

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ENGENHARIA MECÂNICA

8.5
Fábio Saltara
18/12/2000

TRABALHO DE FORMATURA

**METODOLOGIA PARA
REDIMENSIONAMENTO DE HIDRÔMETROS**

ALUNO: ANDREI NICOLAIEVITCH SEVCIUC

PROF. ORIENTADOR: FÁBIO SALTARA

SÃO PAULO

2000

À Cecília e à minha família, Nicolau,
Vera e Stefane, por todo seu apoio e
amor durante estes anos.....

INTRODUÇÃO.....	1
CONCEITOS BÁSICOS	2
<i>DEFINIÇÃO.....</i>	<i>2</i>
<i>PRINCÍPIO DE MEDIÇÃO</i>	<i>2</i>
<i>CLASSIFICAÇÃO.....</i>	<i>2</i>
<i>TERMINOLOGIA.....</i>	<i>7</i>
CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	11
<i>PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS.....</i>	<i>11</i>
<i>SITUAÇÃO DE TESTE DE HIDRÔMETROS EM CAMPO EXISTENTE.....</i>	<i>12</i>
<i>EXPECTATIVA DE GANHO</i>	<i>13</i>
<i>METODOLOGIA E PROGRAMA DE TRABALHO</i>	<i>15</i>
<i>PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE HIDRÔMETROS METER SIZER V 4.0</i>	<i>32</i>
RESULTADOS E CONCLUSÕES.....	35
BIBLIOGRAFIA.....	37
ANEXO I – INFORMAÇÕES GERAIS.....	38
<i>APRESENTAÇÃO GERAL DA BBL.....</i>	<i>38</i>
<i>RELAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS PARA OS TRABALHOS.....</i>	<i>41</i>

INTRODUÇÃO

O hidrômetro, como outros equipamentos mecânicos, é sujeito a desgaste e deterioração, perdendo eficiência ao longo do tempo, principalmente em função da qualidade da água, vazão, volume total medido e materiais abrasivos presentes na água. Para a obtenção da correta medição de consumos e seus conseqüentes faturamentos, o dimensionamento correto do hidrômetro, assim como sua correta instalação e um programa de testes e substituição são fundamentais.

Após análise detalhada da abordagem utilizada pela EMPRESA na avaliação de hidrômetros existentes em campo, pôde-se concluir que um percentual muito pequeno de medidores é submetido a testes de aferição, não havendo uma sistemática desta atividade, mesmo para grandes consumidores. Não foram também encontradas evidências de execução de ensaios para verificação do dimensionamento dos hidrômetros instalados.

Diante desta situação, o presente trabalho tem como proposta a apresentação de uma metodologia de inspeção de hidrômetros instalados em grandes consumidores e seu subsequente dimensionamento, propondo a substituição do medidor atual, quando conveniente. Para cada caso, será feita uma análise dos resultados obtidos e do custo – benefício da troca.

CONCEITOS BÁSICOS

Definição

O hidrômetro é um aparelho destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa.

Princípio De Medição

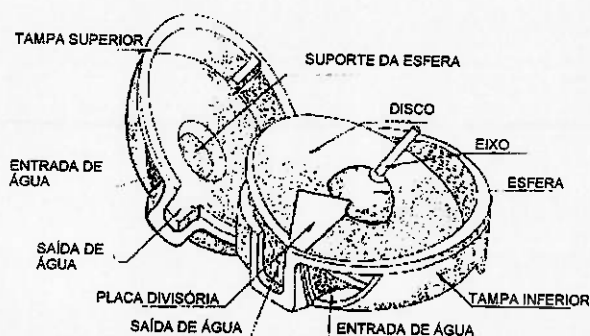
O dispositivo de medida de um hidrômetro é um componente que se encontra sempre em contato com a água e sua função consiste em medir as quantidades de líquido, a base de um movimento, regulado por determinados princípios que caracterizam e definem o tipo de medidor.

Classificação

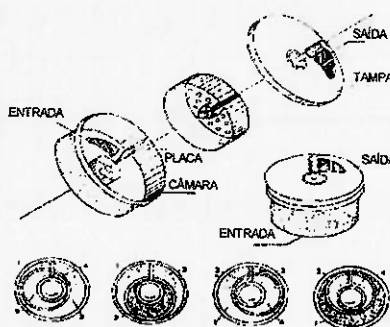
Os hidrômetros podem ter dois princípios de medição: Volumétricos e Velocimétricos

- Volumétricos: aplicam o princípio de uma câmara de volume conhecido e de um elemento móvel situado dentro dela, o qual adquire um movimento cíclico ao passar a água. Esta câmara se enche e se esvazia transportando água. Os principais tipos são:

Disco Nutativo



Pistão Rotativo



- **Velocimétricos:** consiste na obtenção do volume contando o número de revoluções da turbina. A medição é obtida de forma indireta pela correlação existente entre o número de revoluções da turbina e o volume de água que atravessa o aparelho.

$$V = K \times N \text{ onde,}$$

V = Volume

K = Constante da forma e área do orifício e turbina.

N = Número de revoluções da turbina.

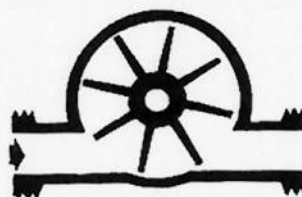
De acordo com a forma como a água atua e com a disposição de sua entrada, os medidores são classificados em seis grupos :

- Unijatos
- Multijatos
- Woltman
- Composto
- Proporcional
- Hélice

Os medidores Unijato e Multijato podem ser agrupados sob a denominação de "tangencial", caracterizando-se porque a água flui no seu interior perpendicularmente ao eixo do rotor; nos tipos restantes o fluxo é paralelo, denominando-se de "axiais", normalmente empregado nas grandes medições.

- Unijato

Rotor- É uma roda formada por várias palhetas espaçadas simetricamente ao redor de seu eixo,



que é sempre vertical, para manter sua característica pivotante sobre o eixo e

reduzir assim a um mínimo o atrito, de tal maneira que a sensibilidade do mecanismo não seja afetada nos pequenos fluxos.

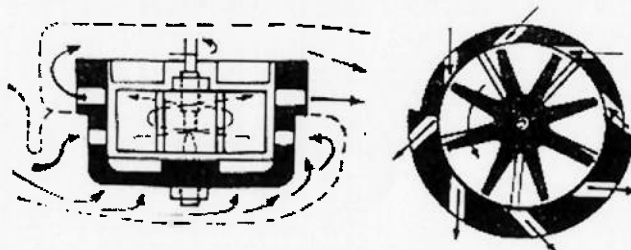
Pivô- É composto normalmente de 4 partes, sendo uma delas a sua ponta superior onde o rotor gira, que deve ter um perfil adequada e conforme o material empregado pode ou não ser engastado para evitar que o movimento contínuo afete-a

Câmara- O conjunto do rotor e pivô é alojado dentro de uma câmara existente na parte inferior da carcaça. A câmara possui um orifício de entrada, um de saída e o suporte para fixação do pivô, o qual tem que ter uma folga para que o rotor gire livremente.

Regulador- Componente que tem por função regular a precisão dos registros.

- Multijato

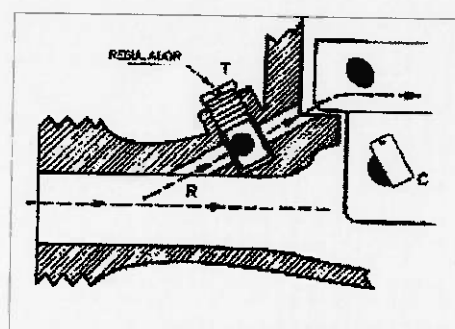
Tem os mesmos elementos que compõem o unijato. A diferença esta na câmara; que tem duas fileiras de perfurações: uma superior e uma inferior. Estas estão dirigidas tangencialmente ao rotor, porém uma fileira em sentido contrário à outra.



A água chega à carcaça e penetra no interior da câmara pelos orifícios inferiores. Formam-se, então múltiplos jatos simultâneos que golpeiam o rotor em todas as direções equilibradamente, evitando qualquer esforço lateral que possa prejudicá-lo. Os jatos de água descrevem uma hélice ao redor do perímetro do rotor, situando-se no espaço livre entre a parede interna e a turbina

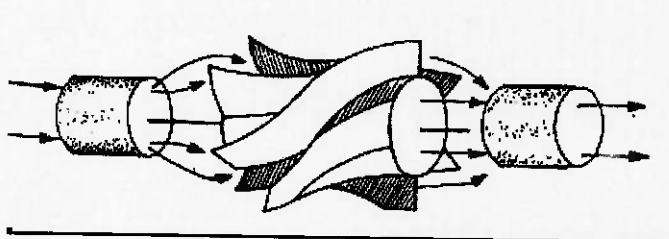
e passam para os orifícios superiores até encontrarem a saída. Uma parte da água fica “presa” nas aletas do rotor e continua girando com ele.

Regulador- A divisão da carcaça em compartimentos independentes de entrada e saída, facilita a regulação a partir de seu exterior, desviando ou não parte da água diretamente de um compartimento ao outro, por meio de um orifício cuja abertura gradua-se através de um parafuso.



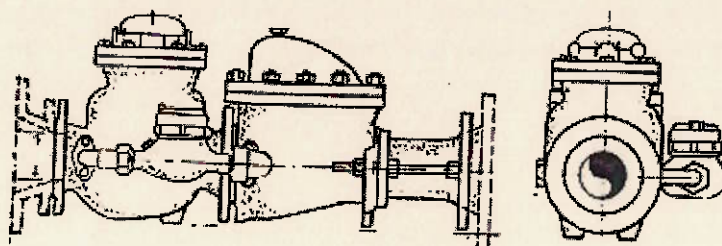
- Woltman

O medidor tipo Woltman possui um sistema de jato axial que proporciona maior sensibilidade, menor influência de singularidades com baixa perda de carga. Esse sistema é normalmente usado em medidores com diâmetro nominal acima de 50 mm.



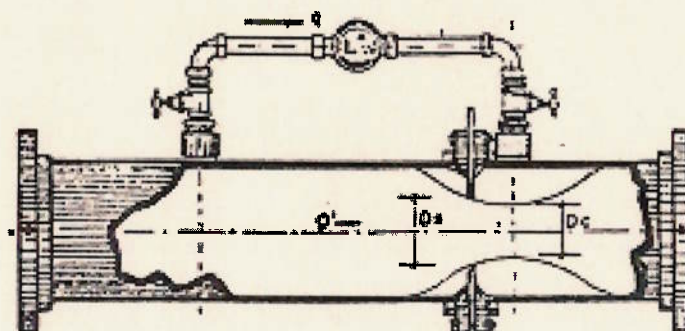
- Composto

O medidor composto é formado por dois hidrômetros, um para altas vazões e outro para baixas vazões, utilizando-se de uma válvula mecânica que direciona o escoamento para o medidor mais adequado, de acordo com a pressão exercida sobre ela. Assim, pode ser utilizado para efetuar-se medições precisas para uma ampla faixa de vazões.



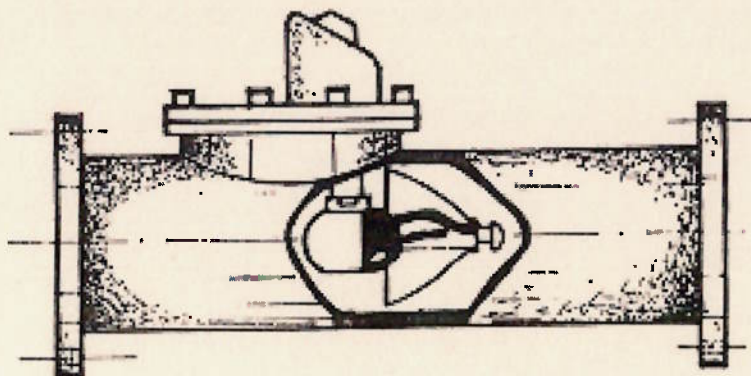
- Proporcional

O hidrômetro proporcional é utilizado geralmente em grandes tubulações. Devido ao estrangulamento inserido na montagem, há um desvio parcial do fluxo pelo hidrômetro proporcional, que totaliza o volume escoado através de uma relação matemática.



- Hélice

Utilizado também em grandes tubulações, mede o volume de escoamento proporcionalmente ao número de revoluções de sua turbina, cujo eixo é instalado axialmente em relação à tubulação.



TERMINOLOGIA

- Perda de Carga

Os hidrômetros são projetados a partir da perda de carga, que é a perda de pressão na tubulação, decorrente da inserção do hidrômetro nesta. A perda de carga máxima admitida pela presença do medidor no ramal é 10 mca, sendo este o valor correspondente à vazão máxima do hidrômetro.

- Curva de Perda de Carga

Representação gráfica das perdas de carga em função das vazões, onde o eixo das abcissas representa as vazões e o eixo das ordenadas a perda de carga correspondente.

- Curva de erros

Representação gráfica dos erros de indicação em função das vazões, onde o eixo das abcissas representa as vazões e o eixo das ordenadas o erro percentual correspondente.

- Faixas de medição

Chama-se faixa inferior de medição aquela composta por vazões entre a mínima e de transição. Nestas vazões, o erro permitido por norma é 5% para mais ou para menos.

Faixa superior de medição é aquela entre as vazões de transição e máxima. O hidrômetro tem melhor desempenho nesta faixa e, por isso, o erro permitido por norma é mais ou menos 2%.

- Vazão Máxima ($Q_{\text{máx}}$)

É a maior vazão admissível no medidor. Representa a maior vazão com o qual o hidrômetro pode operar por curto espaço de tempo, sem que apresente perda de carga superior a 10 mca. A vazão máxima é erroneamente confundida com a capacidade do hidrômetro. De fato, ele tem capacidade temporária de trabalhar na vazão máxima, mas se danificará muito rapidamente pelo excessivo desgaste dos mecanismos.

- Vazão Nominal (Q_n)

É aquela correspondente à 50% da vazão máxima, sendo utilizada para a designação do hidrômetro. É usualmente aceita como a vazão normal de trabalho, ou seja, um medidor que opere nesta vazão não deveria apresentar desgastes e variações capazes de influir consideravelmente no seu desempenho, nem no erro absoluto de registro.

Pode-se observar a Tabela Comparativa ao final deste capítulo.

- Vazão Transição (Q_t)

É a vazão intermediária, que separa a faixa inferior de medição da faixa superior. Corresponde a 5% da vazão máxima.

- Vazão Mínima (Q_{min})

É aquela a partir da qual o hidrômetro começa a indicar volumes dentro da faixa de medição. É a menor vazão de trabalho do medidor, com indicações dentro dos erros admitidos por normas técnicas.

- Início de Movimento

O início da operação é caracterizado pela vazão a partir da qual o hidrômetro começa a indicar movimento das partes móveis. É a menor vazão possível capaz de vencer todas as resistências passivas do mecanismo.

É importante atentar para o fato de que neste momento, entre o início do movimento e a vazão mínima, o medidor não trabalha dentro dos erros tolerados.

- **Classes Metrológicas**

Os hidrômetros são classificados metrologicamente, de acordo com a vazão mínima e de transição, sendo a classe A de menor sensibilidade a baixas vazões e a classe C de maior sensibilidade. A seguir, apresenta-se uma tabela comparativa.

Observação: Neste trabalho, assumiu-se que todos medidores já existentes pertenciam à classe metrológica B, de acordo com o banco de dados da EMPRESA. Entretanto, verificou-se em campo que alguns casos apresentavam vazões Q_{min} e Q_t correspondentes à classes diferentes.

VAZÕES CARACTERÍSTICAS DE HIDRÔMETROS

Rev. 03

Rev. 03

Características Físicas					Designação		Vazões Características (m³/h)											
Diâmetro Nominal		Conexão	Filtro Incorporado	Sabesp	ABNT NBR 8193/97	ABNT NBR 14005/97	Classe Metroológica											
pol	mm						Classe A			Classe B			Classe C					
							Qmin.	Qt.	Qn.	Qmáx.	Qmin.	Qt.	Qn.	Qmáx.	Qmin.	Qt.	Qn.	Qmáx.
1/2"	15			-	X	-	0,024	0,060	0,60	1,20	0,012	0,048	0,60	1,20	0,0060	0,0090	0,60	1,20
3/4"	20			-		-												
1/2"	15			-	Y	-	0,030	0,075	0,750	1,50	0,015	0,060	0,750	1,5	0,0075	0,0110	0,75	1,50
3/4"	20			-		-												
1/2"	15			-	Z	-	0,040	0,100	1,0	2,0	0,020	0,080	1,0	2,0	0,001	0,0015	1,0	2,0
3/4"	20			-		-												
1/2"	15			-	A	-	0,040	0,150	1,50	3,0	0,030	0,120	1,5	3,0	0,015	0,0225	1,5	3,0
3/4"	20			-		-												
3/4"	20			B	B	-	0,100	0,250	2,50	5,0	0,050	0,200	2,5	5,0	0,025	0,0375	2,5	5,0
1"	25			C	C	-	0,140	0,350	3,50	7,0	0,070	0,280	3,5	7,0	0,035	0,0525	3,5	7,0
1"	25			D	D	-	0,200	0,500	5,0	10,0	0,10	0,40	5,0	10,0	0,050	0,0750	5,0	10,0
1 1/2"	38			E	E	-	0,400	1,000	10,0	20,0	0,20	0,80	10,0	20,0	0,100	0,1500	10,0	20,0
2"	50			F	F	-	0,6	1,5	15,0	30,0	0,30	1,2	15,0	30,0	0,150	0,2250	15,0	30,0
2"	50			M	-	G	1,2	4,5	15,0	30,0	0,45	3,0	15,0	30,0	0,090	0,2250	15,0	30,0
2 1/2"	65			-	-	H	2,0	7,5	25,0	50,0	0,75	5,0	25,0	50,0	0,150	0,3750	25,0	50,0
3"	80			O	-	J	3,2	12,0	40,0	80,0	1,20	8,0	40,0	80,0	0,240	0,600	40,0	80,0
4"	100			P	-	K	4,8	18,0	60,0	120,0	1,80	12,0	60,0	120,0	0,360	0,900	60,0	120,0
6"	150			Q	-	L	12,0	45,0	150,0	300,0	4,50	30,0	150,0	300,0	0,900	2,250	150,0	300,0
8"	200			R	-	M	20,0	75,0	250,0	500,0	7,50	50,0	250,0	500,0	-	-	-	-
10"	250			-	-	N	32,0	120,0	400,0	800,0	12,0	80,0	400,0	800,0	-	-	-	-
12"	300			-	-	P	48,0	180,0	600,0	1200,0	18,0	120,0	600,0	1200,0	-	-	-	-
16"	400			-	-	Q	80,0	300,0	1000,0	2000,0	30,0	200,0	1000,0	2000,0	-	-	-	-
20"	500			-	-	R	120,0	450,0	1500,0	3000,0	45,0	300,0	1500,0	3000,0	-	-	-	-

TAB_CARACT_HIDROM

CONHECIMENTO DO PROBLEMA

Programa de Redução de Perdas

O Relatório Mensal do "Programa Interno de Redução de Perdas da EMPRESA" indica o volume de 125.188.723 m³ de água entregue e uma vazão média de 46,7 m³/s para o mês de Agosto/96. As perdas estão distribuídas, conforme tabela a seguir:

MUNICÍPIOS OPERADOS	ÍNDICES DE PERDA	
	ÍNDICES %	
	MENSAL	ANUAL
- Distribuição (IP _M)	41,96	40,91
- Adução (IP _A)	4,92	ND
- Geral (IP)	45,46	43,28

ND: Não disponível

Onde:

$$IP_M = \frac{V_E - V_C}{V_E} \times 100$$

$$IP_A = \frac{V_D - V_E}{V_P} \times 100$$

$$IP = \frac{V_D - V_C}{V_D} \times 100$$

- Água Produzida (V_P): volume produzido nas ETAs (Estações de Tratamento de Água)

- Água Disponibilizada (V_D): volume produzido menos os volumes fornecidos aos municípios não operados pela Empresa.
- Água Entregue (V_E): volume total ofertado às UNs (Unidades de Negócio) para distribuição.
- Água Micromedida (V_C): volume total medido nos hidrômetros sistema de distribuição de água.

Estão fixadas pela Vice-Presidência Metropolitana de Distribuição as seguintes metas para o Índice de Perdas (IP_M):

DEZEMBRO/1997		DEZEMBRO/1998	
MENSAL	ANUAL	MENSAL	ANUAL
26	28	20	24

Entre as atividades, que estão sendo desenvolvidas para diminuição das perdas de distribuição (não físicas), se encontra a de melhoria do sistema de micromedição, que inclui, entre outros, os testes de determinação de erros (precisão) e de dimensionamento de hidrômetros em campo.

Situação de Teste de Hidrômetros em Campo Existente

O “Relatório Executivo de Atividades” de Agosto/96 da EMPRESA, apresenta alguns itens sobre as aferições de hidrômetros em campo, que são reproduzidos a seguir:

- os Serviços de Água executaram 1451 aferições em 8 meses (média de 181 por mês);
- Atendimento ao Cliente recebeu 5727 pedidos de aferição em 8 meses (média de 813 por mês).

Comparando-se os números acima com a quantidade de ligações de água (2.488.694) e de economias de água (3.759.547), pode-se concluir que um percentual muito pequeno de hidrômetros é submetido aos testes de aferição, não havendo uma sistemática desta atividade. Não foram também encontradas evidências de execução de ensaios para verificação do dimensionamento dos hidrômetros instalados.

Mesmo para os grandes consumidores, não existe uma sistemática destas atividades implantada. A Unidade de Serviços de Manutenção possui duas viaturas de teste de hidrômetros em campo, que são eventualmente utilizadas para atendimento a grandes consumidores.

Expectativa de Ganho

A expectativa de ganho deve ser analisada de uma maneira abrangente.

De uma forma geral um sistema de micromedição apresenta os seguintes componentes indutores de águas não faturadas:

- perdas inerentes do sistema;
- hidrômetros inclinados;
- hidrômetros com problemas de diversas naturezas inclusive de precisão;
- hidrômetros com capacidade inadequada;
- hidrômetros fraudados.

As perdas inerentes do sistema de micromedição compreendem aquelas impossíveis de serem eliminadas. A presença de caixa d'água e bóia nas residências faz com que ocorra uma submedição na fase de enchimento final, quando a vazão situa-se aquém da vazão de transição do hidrômetro. Além disso, um hidrômetro, mesmo calibrado e ideal, apresentará um percentual de erro a menor em relação aos volumes efetivamente fornecidos. Estas perdas

inerentes do sistema compreendem perdas incompressíveis. Devem ser avaliadas em função do índice de presença de caixas d'água domiciliares e da própria hidrometração aplicada, principalmente no tocante à idade média dos medidores.

Conforme o documento "Programa de Assistência Técnica sobre a Redução das Águas não Faturadas da EMPRESA", a instalação do hidrômetro com inclinação superior a 15º em relação ao eixo do mesmo faz com que ocorra também submedição dos volumes medidos. A inclinação dos medidores é efetuada, às vezes, pelo próprio leitorista para facilitar a leitura ou então pelo usuário. Neste caso este problema não pode ser caracterizado como fraude. A submedição devido à inclinação dos hidrômetros é variável com o grau de inclinação dos mesmos, podendo chegar a 50%. Em termos médios observou-se um incremento maior do que 10% entre os volumes micromedidos antes e depois da operação de correção da inclinação, em dois exemplos estudados.

O conjunto dos hidrômetros instalados em campo apresenta deficiências decorrentes de diversas anomalias existentes em parcelas do mesmo, a exemplo de:

- hidrômetros parados;
- hidrômetros com a cúpula riscada, o que impede a leitura;
- hidrômetros com tempo de instalação vencido, o que induz à submedições maiores que as normais;
- hidrômetros com problemas de precisão;
- hidrômetros com capacidade superior aos volumes medidos.

As fraudes são sempre praticadas pelos usuários. A intensidade de sua prática depende do controle exercido pela companhia de abastecimento. Até mesmo os tipos de fraudes praticadas variam com este controle, havendo uma tendência

ao refinamento das mesmas com o incremento do controle. Os tipos de fraudes normalmente praticados são os seguintes:

- fraudes no hidrômetro, a exemplo de colocação de agulhas na relojoaria, travas na turbina ou avarias diversas;
- tubulação em paralelo ("by-pass") no cavalete;
- inversão do hidrômetro (hidrômetro invertido) ou inversão do fluxo no hidrômetro por sistema de tubulação e registros;
- ligação clandestina.

Considerando o acima exposto, a expectativa de ganho deste trabalho deve ser considerada com base no retorno de três atividades previstas:

- inspeção em campo dos hidrômetros para verificar a qualidade da instalação dos mesmos (inclinação, distâncias, lay-out, etc.);
- execução de testes de precisão;
- medição de vazão de consumo com armazenamento de dados por 72 horas para dimensionamento do hidrômetro;

O retorno de investimento na maioria dos casos é de menos de 1 mês até 3 meses após troca do hidrômetro redimensionado.

Metodologia e Programa de Trabalho

A metodologia e programa de trabalho das atividades principais estão apresentados a seguir.

- Análise Computadorizada do Banco de Dados do Sistema Comercial de Grandes Consumidores

Os hidrômetros a serem testados serão selecionados com base nos dados do sistema comercial de grandes consumidores nos 12 últimos meses. Será montado um banco de dados para filtrar os dados das contas, de acordo com o consumo médio, mínimo e máximo, para se ter uma idéia dos hidrômetros que estão próximos ao limite da capacidade nominal de fabricação. Também serão separados os hidrômetros por idade, volume total e diâmetro para analisar quais podem falhar por desgaste, assim como aqueles que apresentam leituras históricas incoerentes e/ou leituras zero.

Os consumidores com variações sazonais poderão ser identificados nesta análise, de forma a dimensioná-los com base nos meses de consumo maior. Em casos extremos, medidores compostos poderão ser recomendados.

Ao final da análise, serão escolhidos os hidrômetros que indicam os maiores problemas e que portanto apresentarão a maior expectativa de aumento de faturamento após teste, redimensionamento e substituição.

- Inspeção em Campo das Instalações de Hidrômetros

As instalações do conjunto do cavalete e hidrômetros escolhidos serão inspecionadas antes da realização dos testes para levantar o que é necessário providenciar para o teste e para verificar os eventuais problemas de montagem, detalhando-se os serviços eventualmente necessários para a adequação do cavalete.

Os seguintes pontos principais serão verificados:

- localização do cavalete e eventuais interferências com a futura montagem do hidrômetro padrão (distancias mínimas, lay-out, etc.);
- rigidez do conjunto e estado de corrosão (avaliação da necessidade de troca do cavalete);
- instalação do hidrômetro em relação a inclinação, distâncias e posição relativa;

- estanqueidade do conjunto;
- registros existentes e eventual necessidade de instalação de registro;
- existência de fraudes, tubulação em paralelo (by-pass), ligação clandestina ou problema com o hidrômetro (parado, cúpula riscada, etc.).

Um exemplo da Planilha de Inspeção em Campo encontra-se a seguir.

 BBL - BUREAU BRASILEIRO S/C LTDA		INFORMAÇÕES SOBRE CONSUMIDORES ESPECIAIS				REV. 9	
Cliente: EMPRESA			Entrevista Nº: H 377		Página: 01		
Consumidor: XXXXXXXX			RGI: 58139648				
Endereço: Rua XXXX XXXXXX, XXX							
Bairro: XXXXX XXX XXXX			Cidade/Est: XXXXXX / XX		CEP: XXXX-XX		
Pessoa para Contato: Sr. Arnaldo							
Setor: Manutenção		Tel: XXX-XXX		Ramal: ---		Fax: ---	
Cargo: Eletricista							
Classificação do Consumidor: () Residencial Normal () Comercial/Pública (x) Industrial () Mista/Especial							
Classificação do Consumidor coincide com a do Cliente? (x) Sim () Não							
Item	Verificação						
1	Números de banheiros no estabelecimento: 8						
2	É possível verificar as últimas contas de água? () Sim (x) Não						
3	Foi trocado o hidrômetro recentemente? (x) Não () Sim Quando? Porquê?						
4	Quantas pessoas trabalham ou residem no local? () Manhã () Tarde () Noite (115) Total						
5	Local sujeito a interrupção de abastecimento (rodízio)? (x) Não () Sim - Dias:						
6	Há falta d'água constante? (x) Não () Sim - Período:						
7	Dia de maior consumo: () Seg () Ter () Qua () Qui () Sex () Sab () Dom (x) Normal						
8	Esta coleta de dados ocorre em dia normal de consumo? (x) Sim () Não Os reservatórios estão sendo reabastecidos no dia da coleta (consumo acentuado anormal)? () Sim (Após rodízio, rompimentos, esvaziamento, etc...) ()						
9	A fonte principal de abastecimento é poço artesiano? () Sim (x) Não Há alternância de abastecimento com este medidor e poço? () Sim () Não						
10	O hidrômetro abastece: () Reserv. Sup. Cap.: m ³ (x) Reserv. Inf. Cap.: 50 m ³ () Cons. Direto () Misto						
11	Condição de operação do hidrômetro: (x) Normal () Parado () Violado () Inclinado () Embaçado						
12	Há ruído magnético nas proximidades (grandes avenidas, máquinas, transformadores, frigoríficos)? () Sim (x) Não						
13	Cabe caminhão nas proximidades do abrigo/cavelete? (x) Sim () Não						
14	Há registro na calçada? (x) Sim () Não						
15	Há no local área verde significativa que possa explicar eventuais aumentos de consumo? () Sim (x) Não						
16	A água é limpa? (x) Sim () Não						
17	Há trecho reto no cavelete ou proximidades? (x) Não () Sim - Comprimento: m						
Nº de Série		Código	Fabricante		Característica Hidrômetro	Classe Metrológica	Diâm. Montante
M96P094925		M	Meinecke		Q _{nom} 50 mm	B	2"
					Q _m 15 m ³ /h	Pressão	Diâm. Jusante
					Q _{min} 0,45 m ³ /h	mca	2"
Leitura Início	Leitura Fim	Volume Total Hidrômetro	Data/Horário Início	Data/Horário Fim	Duração	Vazão Média	Volume Total Logger
030939 m ³	031048 m ³	109 m ³	21 / 02 / 98 13:47 h	29 / 02 / 98 13:00 h	191,2 h	0,57 m ³ /h	108,7 m ³
Nome: Helder		Data da Visita: 21/02/98	Meter Master Nº: ---		Temperatura do dia		28 °C
		Dia da Semana: Segunda	Logger Nº: 31991				



BBL - BUREAU BRASILEIRO S/C LTDA

INFORMAÇÕES SOBRE CONSUMIDORES ESPECIAIS

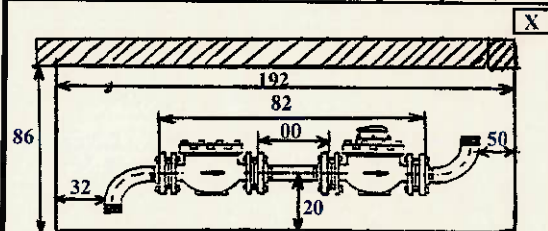
REV. 9

Ciente: **EMPRESA** Entrevista Nº **H 377** Página **02**

Consumidor: **XXXXXXX**

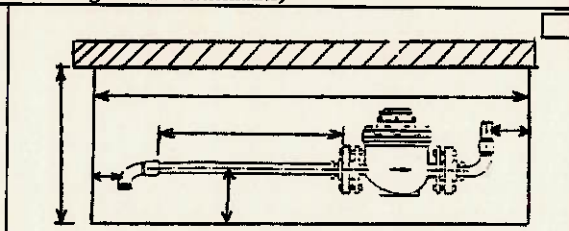
Item	Verificação
1	Existe abrigo? (☒) Sim () Não
2	Altura do abrigo permite ler o hidrômetro? (☒) Sim () Não
3	Abrigo subterrâneo? () Sim (☒) Não
4	O local onde fica o abrigo/cavalete é fechado? (☒) Sim () Não
5	O lugar onde fica o abrigo/ cavalete é coberto? () Sim (☒) Não
6	Há registro no cavalete ? Montante: () Não (☒) Sim - Funciona ? () Sim (☒) Não Jusante: (☒) Não () Sim - Funciona ? () Sim () Não
7	Existe filtro (Verificar para hidrômetros ABNT G, J, K, L e M) ? (☒) Sim () Não
8	Existe colo de cisne ? (☒) Sim () Não
9	Existe carretel ? (☒) Sim () Não
10	Existe manômetro ? () Sim - Pressão: mca (☒) Não
11	O estado de conservação e vedação do cavalete permite eventuais manuseios ? (☒) Sim () Não
12	O cavalete necessita manutenção? (☒) Não () Sim () Sabesp () Cliente Onde?

Montagens Típicas (Indicar a montagem mais semelhante)



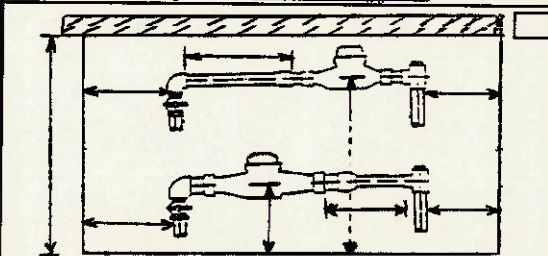
Distância: Fundo do Abrigo x Hidro 23

Distância: Porta do Abrigo x Hidro 00



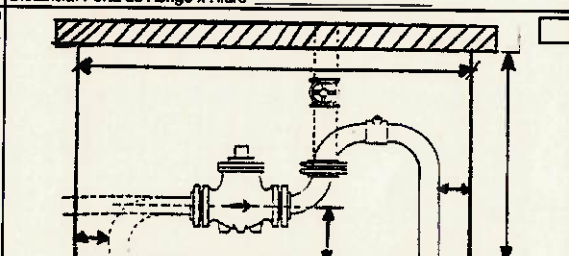
Distância: Fundo do Abrigo x Hidro _____

Distância: Porta do Abrigo x Hidro _____



Distância: Fundo do Abrigo x Hidro _____

Distância: Porta do Abrigo x Hidro _____



Distância: Fundo do Abrigo x Hidro _____

Distância: Porta do Abrigo x Hidro _____

Observações:

- Teste de Precisão

Será apresentado um resumo deste assunto neste item, para demonstrar o conhecimento do problema de perdas de medição como um todo e apresentar a bancada portátil sobre um caminhão, utilizada pela BBL para o teste de aferição e que poderá também, em casos especiais, ser utilizada para levantamento do perfil de consumo.

Os testes de precisão de hidrômetros serão executados, sempre que possível, em no mínimo 3 vazões características (mínima, transição e máxima), com a utilização de bancada portátil móvel de aferição ou medidores de vazão portáteis de inserção com armazenadores de dados (data loggers).

O hidrômetro padrão da bancada portátil será instalado em série como hidrômetro instalado, de forma a se obter uma comparação direta dos volumes escoados no mesmo intervalo de tempo e nas vazões características.

O cálculo do erro será efetuado com base na seguinte fórmula simplificada (vide observação):

$$E = \frac{(L_{fh} - L_{ih}) - (L_{fp} - L_{ip})}{L_{fp} - L_{ip}} \times 100\%$$

Onde:

E - Erro relativo em porcentagem (%).

L_{fh} - Leitura final do hidrômetro instalado.

L_{ih} - Leitura inicial do hidrômetro instalado.

L_{fp} - Leitura final do hidrômetro padrão (vide observação).

L_{ip} - Leitura inicial do hidrômetro padrão (vide observação).

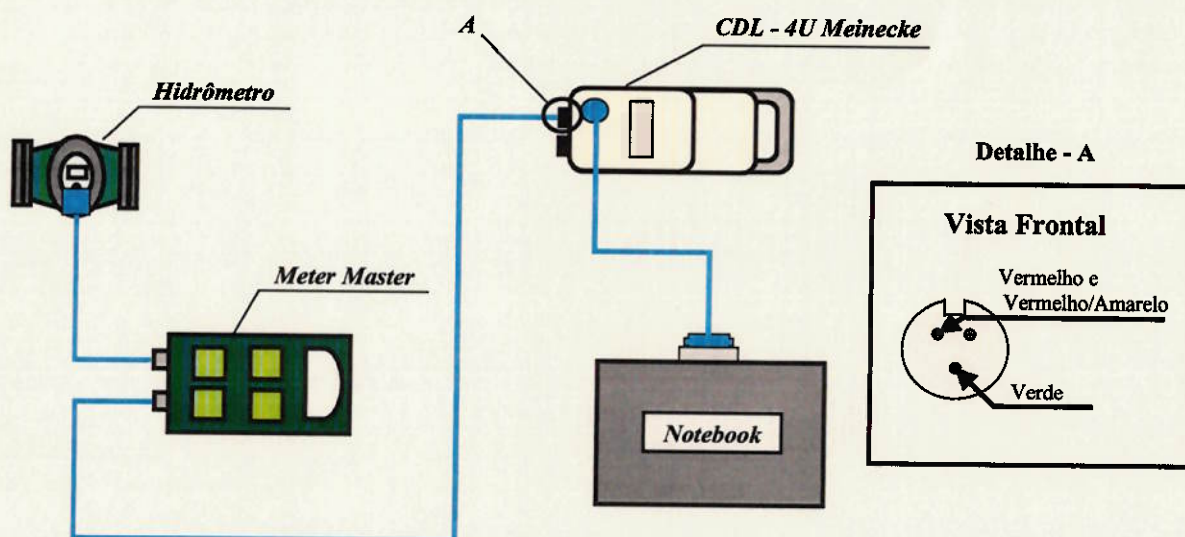
Obs.: No cálculo do erro do hidrômetro instalado será também considerado o erro do hidrômetro padrão (classe C).

- Levantamento do Perfil de Consumo para o Dimensionamento

As medições para o levantamento do perfil de consumo serão efetuadas durante aproximadamente 7 dias, utilizando-se medidores de vazão portáteis de inserção/ultra-sônicos com data loggers ou hidrômetros com emissão de pulsos com data loggers ou interfaces de emissão de pulso, instaladas em hidrômetros standard, com data loggers ou ainda a bancada portátil móvel (a mesma do teste de precisão). A decisão quanto ao processo a ser utilizado será tomada caso a caso e considerando o resultado das visitas de inspeção prévia.

Os dados serão apresentados em forma de tabelas e em gráficos, com intervalos de armazenamento de 15 minutos, para se obter uma curva bem definida e dados consistentes, no sentido de facilitar o dimensionamento do hidrômetro.

Esquema de Instalação - Meter Master / Logger



- **Análise dos Resultados Obtidos e Análise de Custo e Benefício**

O perfil de consumo dos consumidores selecionados será medido no período de aprox. 7 dias e com base em informações adicionais colhidas junto ao consumidor (número e tipo de usos internos, quantidade de andares, picos de consumo, sazonalidade, etc.). Será então determinado se existe a possibilidade de usar um hidrômetro de menor ou maior capacidade. A maior perda de faturamento ocorre com hidrômetros superdimensionados, que trabalham na faixa de vazões mínimas com maiores erros. O resultado da análise vai indicar a possibilidade da utilização de hidrômetros de menor capacidade e mais precisos. Medidores subdimensionados e compostos não serão analisados, respectivamente pela falta de dados históricos adequados e pela baixa expectativa de ganho.

Também neste caso será feito um estudo de custo e benefício, com base nos consumos registrados nos últimos 12 meses, e do impacto na receita da troca dos hidrômetros.

Nas próximas páginas, encontra-se um exemplo de dimensionamento de hidrômetro de grandes consumidores, realizados recentemente pelas equipes de campo da BBL.

O software de dimensionamento utilizado é a Planilha Meter Sizer Versão 4.0, desenvolvido pela BBL.

BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Informações Básicas e Perfil de Consumo

Valores Informados: **Vermelho** Valores Padrão: Verde Valores Calculados: Azul

Nome do Cliente EMPRESA			
Local do Teste XXX XXXX XXXX			
Endereço R. XX XXXXX XXX, XXX			
Observação			
Diâmetro Hidrômetro Atual 50 mm	Perfil de Consumo Diário		
Código Hidrômetro Atual M	Data do Perfil de Consumo 01/09/98		
Nº Série Hidrômetro Atual MR84M00033	Dia da Semana SEXTA		
Mês de Teste SETEMBRO Ano 98	Horário	Vazão Horária	Vazão Projetada
Questionário ? (S/N) S	[h]	[m³/h]	[m³/h]
Dimensionado por ANDREI	01:00	3,996	3,027
Data do Dimensionamento 05/10/98	02:00	3,996	3,027
Tipo de Consumidor	03:00	1,998	1,513
Residencial/Normal	04:00	1,998	1,513
Comercial/Entidades Assistenciais Sem Fins Lucrativos	05:00	3,996	3,027
Comercial/Normal	06:00	7,992	6,053
Industrial	07:00	1,998	1,513
Pública com Contrato	08:00	3,996	3,027
Pública sem Contrato	09:00	5,994	4,540
1. Digite o Mês de Teste por extenso. Informe os dados da Vazão Horária conforme os respectivos horários. Informe a data e o dia da semana do perfil de consumo. 2. Insira os Consumos Mensais reais, se possível para os últimos doze meses, ou no maior e mais recente período que estiver disponível. Evite médias, recálculos ou outros valores que não o consumo real. 3. Os Consumos Mensais serão corrigidos em 10% (Volume Mensal Corrigido) para incorporar erros que podem ocorrer nos hidrômetros instalados, servindo também como um coeficiente de segurança. 4. A Vazão Projetada será calculada como sendo a Vazão Horária dividida pela Vazão Média do Perfil de Consumo e multiplicada pelo Volume Máximo Corrigido em vazão horária (m³/h). 5. O Volume de Dimensionamento será a média dos Consumos Mensais. 6. Na Análise Comparativa são indicados os hidrômetros mais adequados para esta condição de consumo. Pode haver mais de uma solução, por isso, compare com as Análises Gráficas e Análise Financeira para a escolha mais adequada. 7. As Análises Gráficas mostram o enquadramento do perfil de consumo diário nas vazões características da cada tipo de hidrômetro.	10:00	3,996	3,027
	11:00	3,996	3,027
	12:00	3,996	3,027
	13:00	5,994	4,540
	14:00	3,996	3,027
	15:00	3,996	3,027
	16:00	3,996	3,027
	17:00	3,996	3,027
	18:00	3,996	3,027
	19:00	3,996	3,027
	20:00	3,996	3,027
	21:00	3,996	3,027
	22:00	3,996	3,027
	23:00	5,994	4,540
	24:00	3,996	3,027
		Vazão Média (m³/h)	4,163
	Volume de Teste [m³]		75,667

Observações			

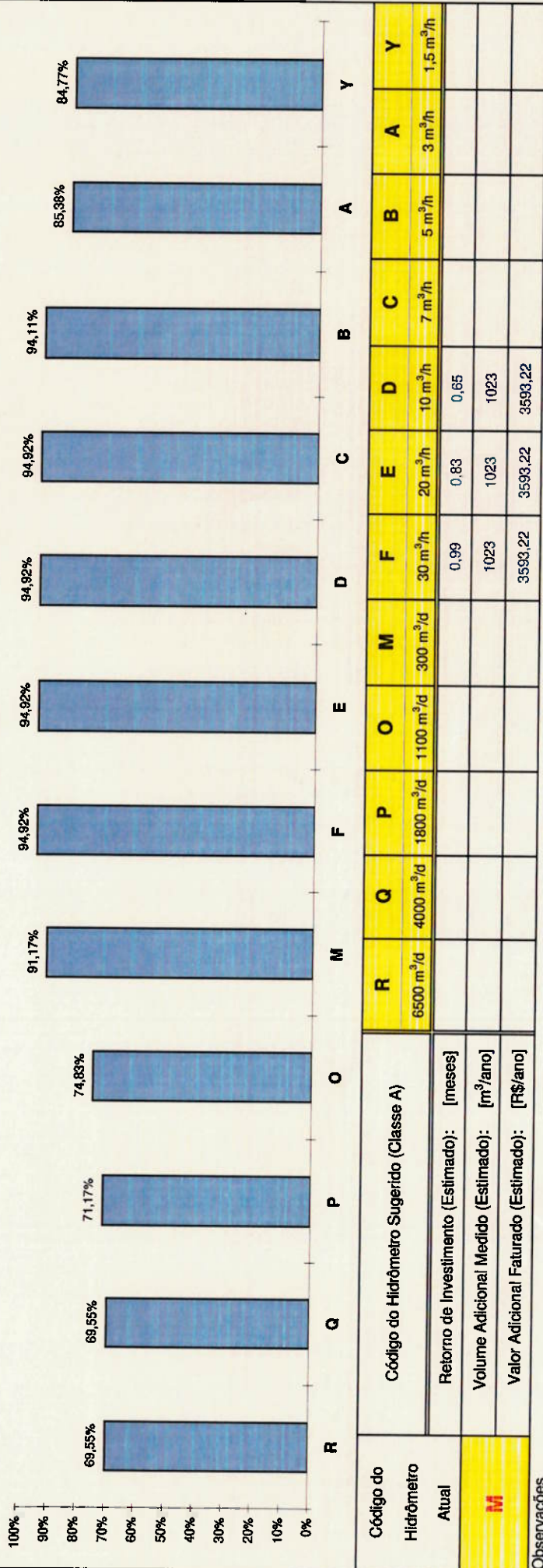
Perfil de Consumo Anual (Sazonalidade)			
Período de Consumo		Consumo Mensal [m³]	Consumo Mensal Corrigido [m³]
Mês	Ano		
Janeiro	98	1482	1647
Fevereiro	98	1832	2036
Março	98	1800	2000
Abril	98	1737	1930
Mai	98	1748	1942
Junho	98	1666	1851
Julho	98	1516	1684
Agosto	98	1480	1644
Setembro	98	2043	2270
Outubro	97	1744	1938
Novembro	97	1663	1848
Dezembro	97	1864	2071
Volume Médio Mensal [m³/mês]		1715	
Volume de Dimensionamento [m³/mês]		1715	
Volume		m³/mês	2270
Máximo		m³/h	3,153
Corrigido		Mês	Setembro

BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Análise Comparativa

Cliente: **EMPRESA**
Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
Observação:

Nº Série Hidrômetro Atual: **MR84M00033**

PRECISÃO DA MEDIÇÃO



Observações

Cliente: **EMPRESA**
 Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
 Endereço: **RL XX XXXXX XXX, XXX**
 Observação:

Nº Série Hidrômetro Atual: **MR84.M00033**
Volume de Teste: **75,67**

[illegible]

BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Análise Financeira

Cliente: **EMPRESA**
Local do Teste: **XXX XXXX XXX**
Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
Observação:
Volume de Teste: 75,67 [m³] Volume de Dimensionamento: 1715 [m³/mês]

Nº Série Hidrômetro Abast: **MBR4M00033**

R				Q				P				O				M				F			
Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal
20	500	75	250	12	300	45	150	4,8	120	18	60	3,2	80	12	40	1,2	30	4,5	15	0,6	30	1,5	15
<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max
100,0%				100,0%				92,0%		8,0%		74,0%		26,0%				74,0%		100,0%			
75,67				75,67				69,61		6,03		55,99		19,67				55,99		75,67			

E				D				C				B				A				Y			
Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal	Vazão Min	Vazão Max	Transição	Nominal
0,4	20	1	10	0,2	10	0,5	5	0,14	7	0,35	3,5	0,1	5	0,25	2,5	0,04	3	0,15	1,5	0,03	1,5	0,075	0,75
<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max	<min	>max	>min, <max	>min, <max
100,0%				100,0%				100,0%						8,0%	6,03			94,0%		100,0%			
75,67				75,67				75,67						6,03	69,61			71,13		75,67			

Vazão de Transição e Vazão Máxima				Vazão de Transição e Vazão Mínima				Abastecimento e Vazão Mínima				Acima da Vazão Máxima				Resumo			
Erro 5%	Pior Caso (95%)	% Volume de Teste	Volume Corrigido	Erro 10%	Pior Caso (80%)	% Volume de Teste	Volume Corrigido	Erro 30%	Pior Caso (70%)	% Volume de Teste	Volume Corrigido	Erro 15%	Pior Caso (85%)	% Volume de Teste	Volume Corrigido	Volume Total	Pior Caso	Perda de	Retorno
Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Código	Faturamento	Exatidão	Faturamento de
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	5545	69,5%	29134
Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	52,97	69,5%	29134
P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	54,18	71,2%	27580
O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	56,90	74,8%	24084
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	69,08	78,8%	8449
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	71,88	94,9%	4856
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	71,88	94,9%	4856
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	71,88	94,9%	4856
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	71,88	94,9%	4856
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	71,88	94,9%	4856
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	71,88	94,9%	4856
Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	64,77	85,4%	13984
																	67,59	84,8%	14587

CUSTO DOS HIDRÔMETROS / FILTROS / TROCAS

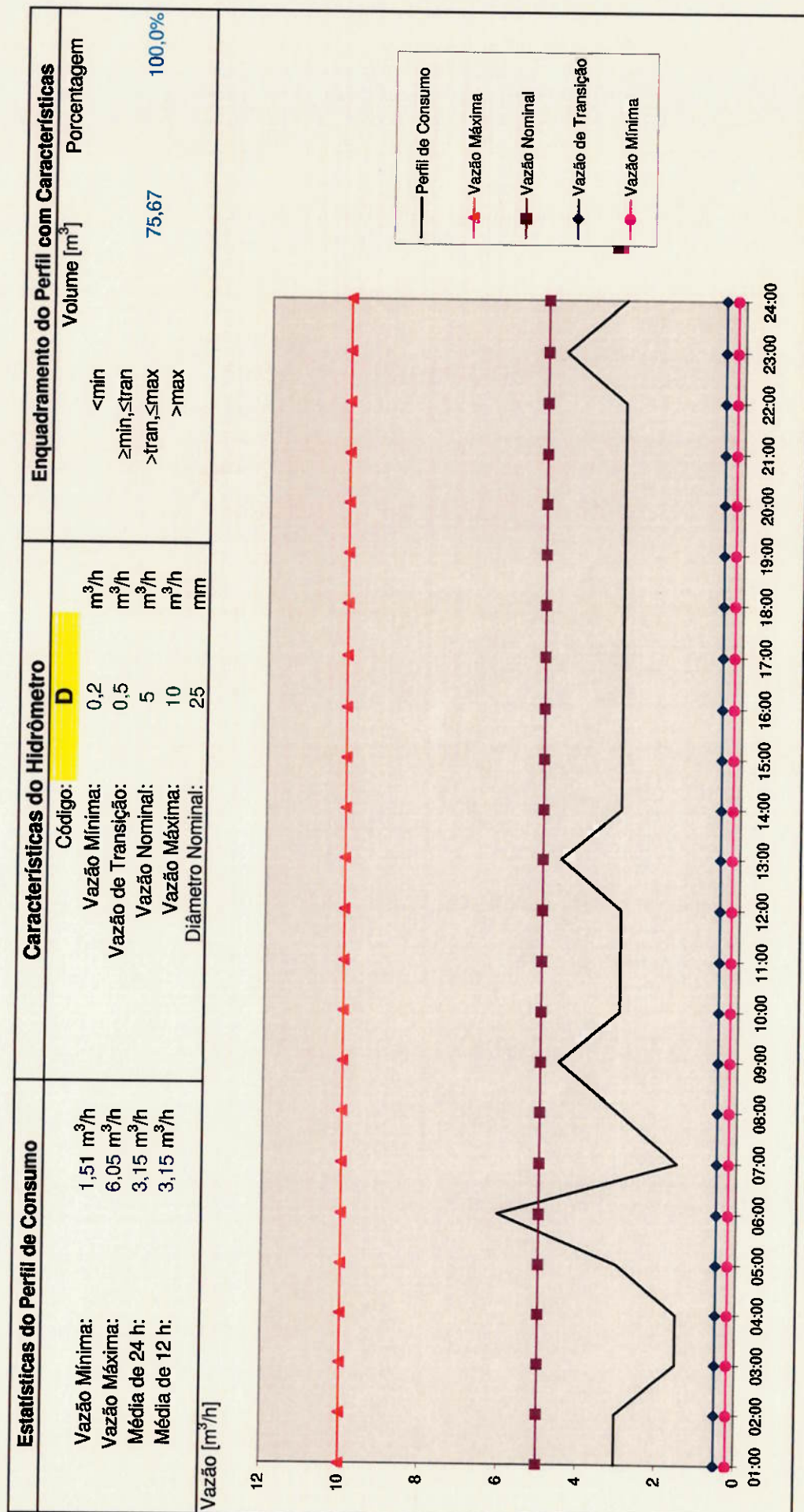
Código	R	Q	P	O	M	F	E	D	C	B	A	Y
Dímetro Nominal	200	150	100	80	50	50	38	25	25	19	19	19
Vazão Nominal	250	150	60	40	15	15	10	5	3,5	2,5	1,5	0,75
Custo Hidrômetro	1100,00	667,00	667,00	525,00	377,00	195,00	148,00	94,00	89,00	30,00	26,00	22,00
Custo Filtro (*)	1000,00	625,00	334,00	254,00	181,00							
Custo da Troca	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(*) Hidrômetros com filtro incorporado: F, E, D, C, B, A, Y

Código do Hidrômetro	R	Q	P	O	M	F	E	D	C	B	A	Y
Código do Hidrômetro Superior (Classe A)												
Retorno de Investimento (Estimado): [meses]							0,99	0,83	0,65			
Volume Adicional Medido (Estimado): [m³/ano]							1023	1023	1023			
Valor Adicional Faturado (Estimado): [R\$/ano]							3593,22	3593,22	3593,22			

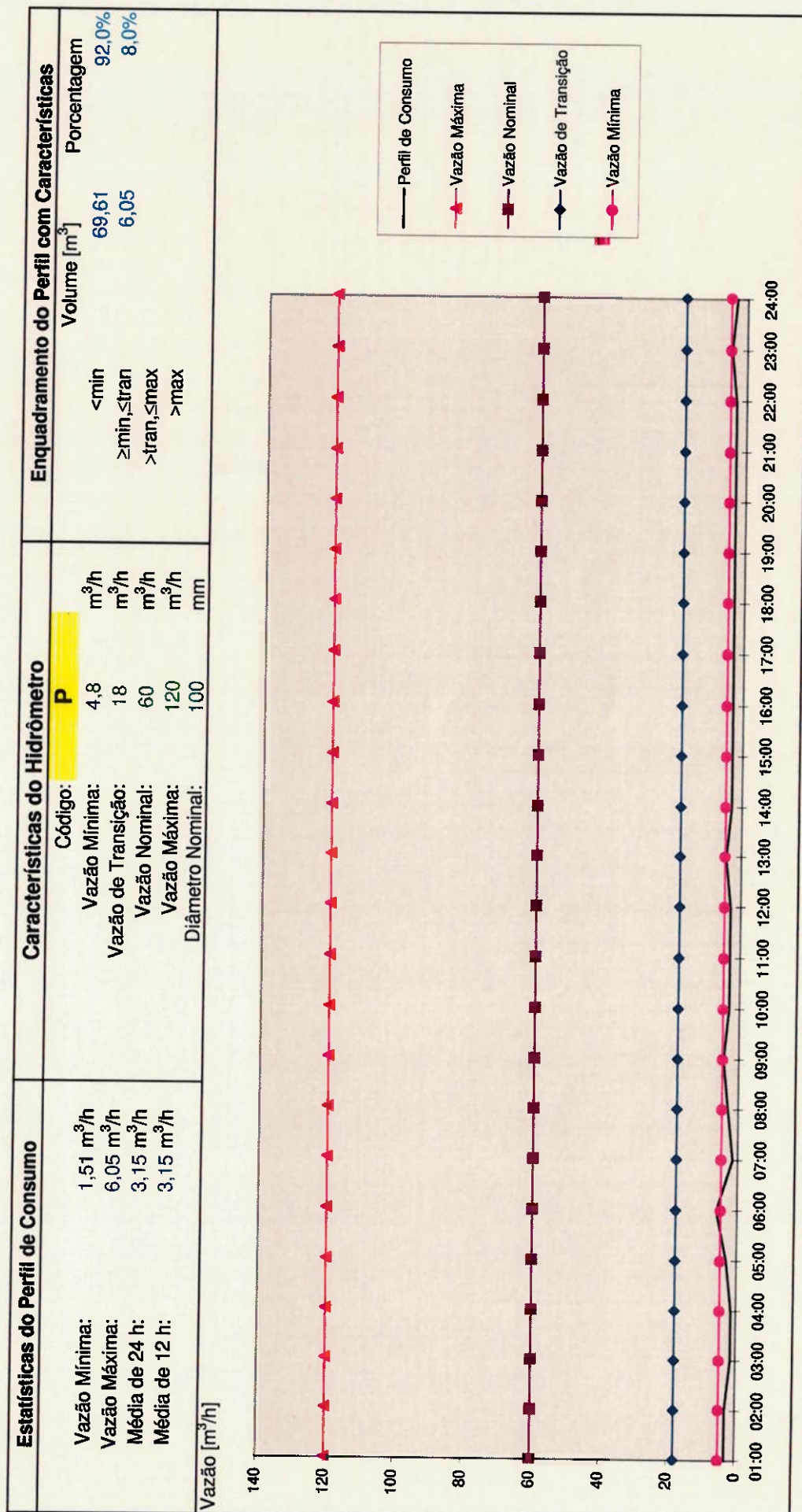
BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Análise Gráfica

Cliente: **EMPRESA**
Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
Nº Série Hidr. Atual: **MR84M00033**
Observação:



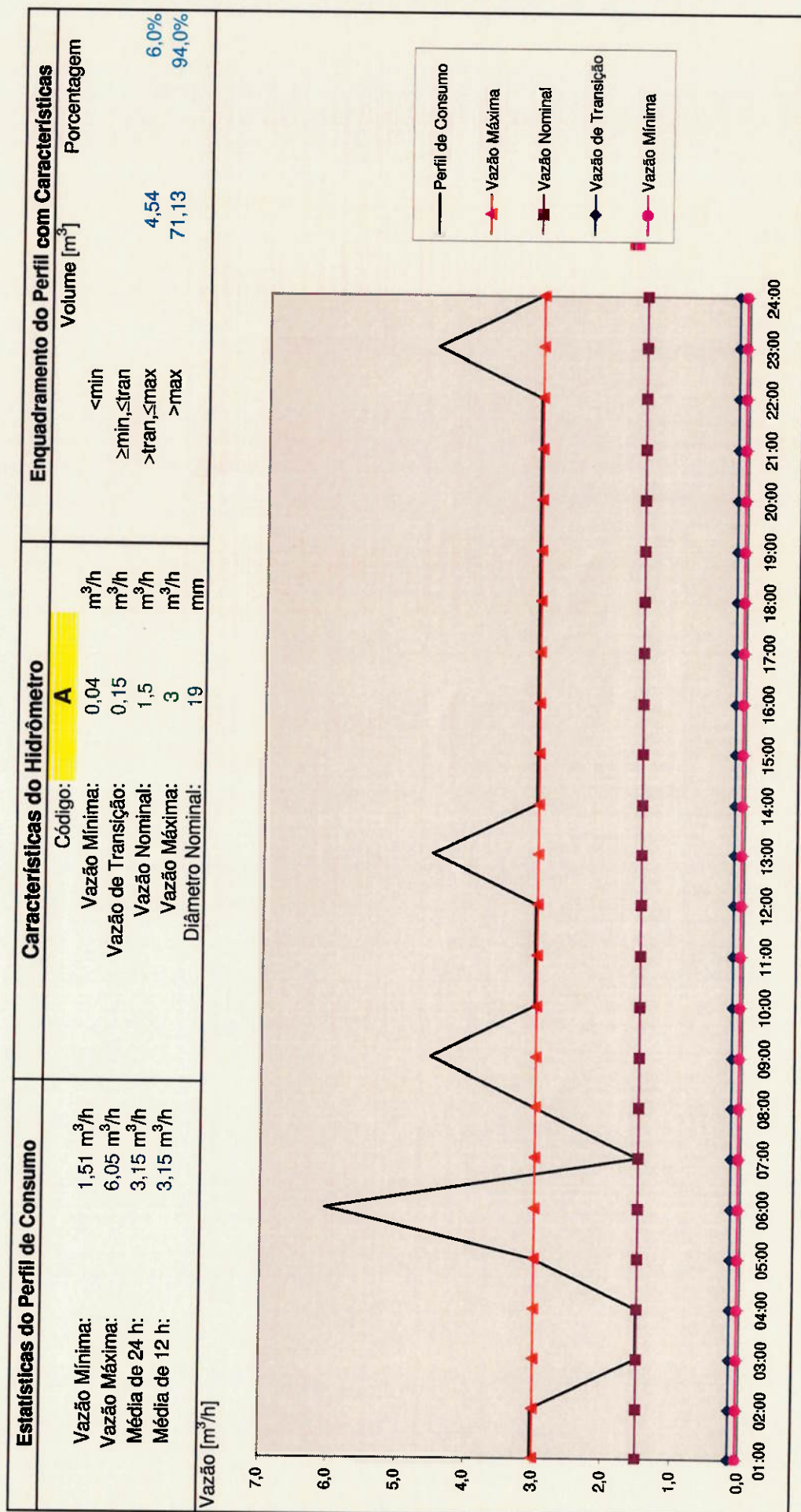
BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Análise Gráfica

Cliente: **EMPRESA**
 Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
 Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
 Nº Série Hidr. Atual: **MR84M00033**
 Observação:



BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Análise Gráfica

Cliente: **EMPRESA**
 Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
 Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
 Nº Série Hidr. Atual: **MR84M00033**
 Observação:



BBL - Bureau Brasileiro S/C Ltda
Dimensionamento de Hidrômetros - V 4.0
Estrutura Tarifária e Faturamento Mensal

Cliente: **EMPRESA**
Local do Teste: **XXX XXXX XXXX**
Endereço: **R. XX XXXXX XXX, XXX**
Observação:

ESTRUTURA TARIFÁRIA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E COLETA DE ESGOTOS

Abrangência: **SABESP = Companhia de Saneamento Básico de São Paulo**
Vice-Presidência Metropolitana de Distribuição

MC: São Paulo

MS: São Paulo, Embu, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra

ML: São Paulo, Arujá, Biritiba Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Poá, Salesópolis, Suzano

MO: São Paulo, Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Pirapora do Bom Jesus, Santana do Parnaíba, Taboão da Serra, Vargem G. Paulista

MN: São Paulo, Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha, Mairiporã

TARIFAS DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

TIPO DE CONSUMIDOR	CLASSE DE CONSUMO [m³/mês]			
	0 a 10	11 a 20	21 a 50	acima de 50
Residencial/Normal	5,50	0,85	2,13	2,36
Comercial/Entidades Assistenciais Sem Fins Lucrativos	5,50	1,07	2,06	2,20
Comercial/Normal	11,00	2,13	4,12	4,40
Industrial	11,00	2,13	4,12	4,40
Pública com Contrato	8,25	1,60	3,09	3,30
Pública sem Contrato	11,00	2,13	4,12	4,40
UNIDADE DA TARIFA	R\$/mês	R\$/m³	R\$/m³	R\$/m³

Notas:

1) Comercial/Entidades Assistenciais Sem Fins Lucrativos: Incluem-se nesta categoria os asilos, orfanatos, creches, seminários, conventos, hospitais, ambulatórios, casas de saúde, albergues e assemelhados sem fins lucrativos.

2) Pública com Contrato: Pertencem a esta categoria as Secretarias de Estado e as Prefeituras que assinarem contrato com a SABESP

TARIFAS DOS SERVIÇOS DE COLETA DE ESGOTOS

As tarifas dos serviços de coleta de esgotos para a RMSP são iguais às tarifas dos serviços de abastecimento de água, observadas as categorias de consumidor e classe de consumo

Fonte: Diário Oficial do Estado de São Paulo, 27/8/97, página 16 a 19

CÁLCULO DO FATURAMENTO MENSAL

Tipo de Consumidor em Teste: **Residencial/Normal**

Consumo Mensal Estimado: **1715** [m³/mês]

CÁLCULOS	CLASSE DE CONSUMO [m³/mês]			
	0 a 10	11 a 20	21 a 50	acima de 50
Tarifa da Classe de Consumo	5,50	0,85	2,13	2,36
Volume da Classe de Consumo [m³/mês]	10	20	50	1635
Valor da Classe de Consumo [R\$]	5,50	17,00	106,50	3857,62
Valor Mensal de Abastecimento de Água [R\$]	3986,62			
Valor Mensal de Coleta de Esgoto [R\$]	3986,62			
Valor Mensal Total [R\$]	7973,23			

Dimensionamento de Hidrômetros - Instruções de Operação

INTRODUÇÃO

Muitas empresas estão descobrindo que estão perdendo dinheiro devido ao dimensionamento incorreto dos hidrômetros. **Meter Sizer** é um conjunto de planilhas, simples e eficaz, projetado para auxiliar no correto dimensionamento de hidrômetros **Classe A**.

Meter Sizer processa os dados obtidos em campo e analisa se o hidrômetro está corretamente dimensionado em relação às características de vazão e erros de medição nas respectivas faixas. Se o dimensionamento não está correto, **Meter Sizer** indicará o hidrômetro mais eficaz e a economia que poderá ser obtida com a troca.

Meter Sizer também permite que o usuário faça uma análise das variações decorrentes da sazonalidade, fornecendo uma segurança adicional e confiança na decisão sobre o dimensionamento.

DADOS REQUERIDOS PARA SE FAZER O DIMENSIONAMENTO

Antes de iniciar o dimensionamento, deverão ser obtidos dados sobre tamanho, tipo e localização do hidrômetro a ser testado. A vazão horária deverá ser determinada tão precisamente quanto possível, em um intervalo de 24 horas.

Recomenda-se proceder a uma entrevista com o consumidor para avaliar se as 24 horas de coleta de dados são representativas do consumo normal.

Os consumos mensais dos últimos 12 meses devem ser usados para se obter uma garantia adicional quando do dimensionamento do hidrômetro, levando-se em consideração as variações sazonais. Se períodos menores estiverem disponíveis, eles também poderão ser utilizados, porém com menor eficiência no resultado. Para períodos maiores recomenda-se proceder a uma análise estatística dos mesmos e estabelecer os valores representativos para os respectivos meses.

EXECUÇÃO DOS TESTES E ENTRADA DE DADOS

1. O perfil de consumo deverá ser registrado por um mínimo de 24 horas, manualmente ou usando-se qualquer armazenador de dados. Registrar a data do teste e correspondente dia da semana.
2. O vazão horária deverá ser indicada no campo "Vazão Horária", em metros cúbicos por hora, dentro da planilha "Dados".
3. O mês do teste deverá ser indicado na planilha "Dados", juntamente com a local de teste, o tipo de consumidor e as características do hidrômetro atual (Diâmetro, Código e Número de Série)

PARÂMETROS BÁSICOS DE CUSTEIO

4. Na planilha "A. Financ." é possível registrar os custos dos diversos tipos de hidrômetros, seus respectivos filtros e custos de troca.

TOMANDO DECISÃO E RELATORIANDO

5. O dimensionamento é mostrado automaticamente na planilha "A. Comp.", e detalhado na planilha "A. Financ."
6. A relação custo x benefício da mudança do hidrômetro, avaliada pelo retorno do investimento estimado em número de meses, o volume adicional medido (estimado), e o valor adicional faturado (estimado) são mostrados na planilha "A. Financ.". No caso de não haver indicação de nenhum valor, isto significa que o hidrômetro atual está desempenhando adequadamente as suas funções, não havendo necessidade de troca.
7. Um relatório completo pode ser impresso, ou planilhas e gráficos individuais, selecionando-se apenas aqueles desejados e usando os comandos de impressão.

Planilha de Dimensionamento de Hidrômetros Meter Sizer V 4.0

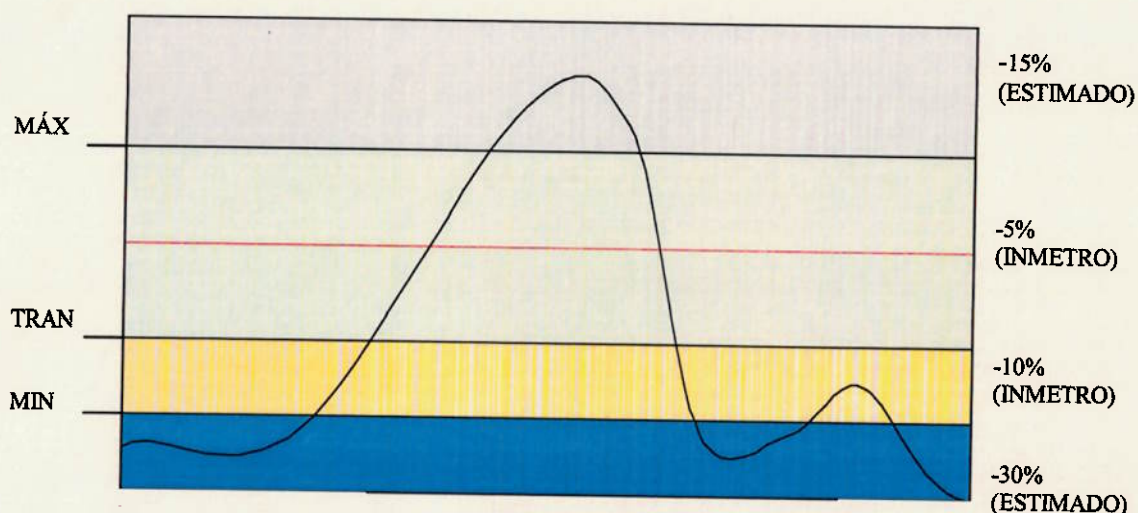
Após o preenchimento dos dados cadastrais do hidrômetro a ser analisado, deve-se indicar qual o tipo de consumidor (residencial, industrial, comercial, ou instituição pública), de modo a garantir que sejam utilizadas as tarifas de abastecimento correspondentes para o cálculo do custo-benefício do novo medidor.

As medições para o levantamento do perfil de consumo são efetuadas durante aproximadamente 7 dias, escolhendo-se como mais representativas as 24 horas que apresentarem picos de vazão máxima e mínima de maiores amplitudes. Deve-se verificar também se o dia escolhido pode ser considerado como típico na amostra e se não aconteceu nenhum fato extraordinário durante a medição (por exemplo, local em obras ou falta d'água).

Com base nos dados históricos dos últimos 12 meses, é possível identificar o mês em que tradicionalmente ocorre o maior consumo, de modo a garantir que o perfil adimensional diário (Vazão Horária / Vazão Média) será aplicado para a vazão média horária do mês de maior consumo, eliminando-se assim efeitos de sazonalidade.

Calcula-se então as vazões projetadas e o novo perfil de consumo diário será utilizado para o redimensionamento do hidrômetro

Importante: Se os valores da Vazão Horária forem maiores que da Vazão Projetada, deve-se considerar a primeira para o redimensionamento, pois provavelmente o dia escolhido na medição possui vazões atipicamente altas.



Para cada tipo de hidrômetro, o software calcula a vazão efetivamente medida de acordo com o erro para cada faixa de vazão. A precisão da medição será a volume diário medido dividido pelo volume diário projetado. Então, são indicados os três hidrômetros que melhor encaixam-se na situação, além do volume adicional medido, do faturamento adicional e do retorno do investimento, de acordo com os seguintes critérios:

- Período de giro ≥ 2.000 horas
- Vazões instantâneas $< 1,3 Q_{nom}$
- Faturamento do hidrômetro selecionado $\geq$ Faturamento do hidrômetro atual

O volume mensal medido será o volume médio da série histórica multiplicado pela precisão do novo hidrômetro, e o faturamento mensal será calculado através deste valor e da estrutura tarifária de consumo de água e esgoto da EMPRESA.

Volume adicional medido por ano

$$\text{Volume Adicional Medido} = \left(\text{Volume mensal medido do hidrômetro selecionado} - \text{Volume mensal medido do hidrômetro atual} \right) \times 12$$

Faturamento adicional por ano

$$\text{Faturamento adicional} = \left(\begin{array}{c} \text{Faturamento mensal} \\ \text{do hidrômetro} \\ \text{selecionado} \end{array} - \begin{array}{c} \text{Faturamento mensal} \\ \text{do hidrômetro atual} \end{array} \times 12 \right)$$

Retorno do investimento

$$\text{Retorno do investimento} = \frac{\text{Custo total}}{\text{Faturamento adicional}}$$

Onde, Custo Total = Hidrômetro Novo + Filtro + Mão-de-obra da troca

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foram selecionados 430 hidrômetros de grandes consumidores para inspeção, sendo que em 302 destes consumidores foi executado o dimensionamento dos respectivos hidrômetros.

Com as informações detalhadas de cada caso contidas no relatório final do projeto, a EMPRESA poderá decidir pela substituição dos hidrômetros e/ou adaptação do cavalete, visando adequar os medidores e minimizar as perdas de faturamento geradas por submedição. A seguir, encontra-se um resumo dos resultados obtidos.

HIDRÔMETRO EXISTENTE	HIDRÔMETRO PROPOSTO									TOTAL
	L	P	J	M	F	D	A	Y	COMPOSTO	
L									1	1
P					1					1
J			5		1		1		1	8
M			1	28	58	31			6	124
F					38	39	7	1	2	87
D						50	13	5	3	71
A							6			6
Y						1	2	1		4
TOTAL			6	28	98	121	29	7	13	302

 Hidrômetro existente subdimensionado. Total = 4 (1,3 %)

 Hidrômetro existente superdimensionado. Total = 157 (52,0 %)

 Hidrômetro existente/ trocar para composto. Total = 13 (4,3 %)

 Hidrômetro existente mantido/ trocar na manutenção. Total = 128 (42,4 %)

O retorno médio do capital investido nos serviços foi de 2 meses, sendo que em 82% dos casos foi de menos de 3 meses. Estimou-se que este programa propiciou um faturamento adicional de 281.776 m³ de água em um ano, totalizando R\$ 1.492.065,92. O dimensionamento dos hidrômetros obteve, como subproduto, inúmeros dados de campo sobre consumo, constituindo um banco de dados valioso das tendências de consumo dos grandes consumidores, classificados em residencial, comercial e industrial. O banco de dados, além de permitir a inclusão de categorias adicionais, poderá ser utilizado para projetos de modelagem e análise de demanda, onde estimativas e dados reais são necessários.

RESULTADOS

VOLUME ADICIONAL TOTAL MEDIDO (M3/ANO)= 281.776

VALOR ADICIONAL TOTAL FATURADO (R\$/ANO) = 1.492.065,92

56,3% DOS CASOS OBTIVERAM RETORNO DE INVESTIMENTO, TOTALIZANDO 170 CASOS

43,7% DOS CASOS SÃO SUBDIMENSIONADOS + MANTIDOS, TOTALIZANDO 132 CASOS

R = 10671,00 R\$/ano ⇒ FATURAMENTO ADICIONAL MÉDIO POR ANO

V = 1958 m³/ano ⇒ VOLUME ADICIONAL MEDIDO MÉDIO POR ANO

r = 47 dias ⇒ RETORNO DE INVESTIMENTO MÉDIO NA TROCA

BIBLIOGRAFIA

TOMAZ, Plínio. *Conservação da Água*, São Paulo: Editora Parma, 1997.

RECH, Antônio Linus. *Água, Micromedição e Perdas*, 2ª ed., São Paulo: Editora Scortecci, 1999.

BBL – Bureau Brasileiro S/C Ltda. *Serviços Técnicos de Engenharia para Avaliação e Dimensionamento da Capacidade de Hidrômetros de Grandes Consumidores*, São Paulo: BBL, 1998.

ANEXO I – INFORMAÇÕES GERAIS

Apresentação Geral da BBL

É apresentado a seguir um resumo das principais atividades realizadas pela BBL.

A BBL - BUREAU BRASILEIRO S/C LTDA., desde sua fundação em 1976, vem se dedicando à inspeção de materiais e equipamentos, ensaios não destrutivos, medições automatizadas de grandezas físicas e serviços de engenharia na área industrial e de saneamento, num constante aprimoramento deste tipo de trabalho, visando sobretudo a tendência de aumento das expectativas do consumidor em relação a qualidade dos produtos e serviços adquiridos.

Nos serviços de engenharia prestados, tanto na área industrial como na área de saneamento, a BBL tem buscado e encontrado modernas tecnologias já consagradas nos países do primeiro mundo, procurando sempre a que melhor se aplica em nosso país e que proporcione uma melhoria efetiva de nossa produtividade.

A BBL desde 1984 possui um Sistema da Qualidade, que é periodicamente auditado por Organismos Independentes. Este Sistema, através de Procedimentos Operacionais que englobam todas as atividades desenvolvidas pela empresa, garante a uniformidade de ações por parte de seus Diretores e empregados, criando assim totais condições para realização de nossos trabalhos dentro dos paradigmas da Qualidade Total. Este Sistema é constantemente aprimorado visando sua adequação às normas série NBR 19000 (ISO 9000), com a finalidade de num futuro próximo obter a respectiva Certificação.

Esta ação é referendada pelos seus parceiros nacionais e internacionais, sendo que muitos destes já possuem a Certificação ISO 9000.

Nos serviços prestados pela BBL, procura-se transferir a tecnologia aplicada, através de treinamento intensivo às equipes de nossos clientes.

Apresentamos a seguir relação das empresas estrangeiras com as quais a BBL mantém relações comerciais, visando transferência de tecnologia:

- Na área de localização de tubulação e pesquisa de vazamentos:
FUJI TECOM INC. - Japão
CHICAGO STEEL TAPE CORPORATION - Estados Unidos da América
- Na área de medição de vazão e pressão de água e vazão de esgotos e programas de redução de perdas:
HEATH CONSULTANTS LIMITED - Canadá
QUADRINA LIMITED - Inglaterra
MICRONICS ULTR. FLOW MEASUREMENTS - Inglaterra
TECHNOLOG MEASUREMENTS - Inglaterra
MONTEC INTERNATIONAL LTD. - Inglaterra
QCEC - Estados Unidos da América
- Na área de avaliação, limpeza e revestimento de tubulação:
PANAMERICAN INDUSTRIES INC - Estados Unidos da América
RAYMOND INTERNATIONAL CONSTRUCTORS INC. - Inglaterra
- Na área de saneamento a BBL tem executado serviços de:
 - Localização de tubulação e acessórios enterrados, utilizando locadores de massa metálica, tubulação metálica e não metálica.

- Detecção de vazamentos não visíveis de água em sistemas pressurizados enterrados, utilizando um conjunto de equipamentos, incluindo geofones eletrônicos e correlacionador "Leak Noise Correlator".
- Medição de vazão, pressão e outras grandezas, utilizando equipamentos ultra-sônicos ou de inserção com registros contínuos e automatizados, acumulando-os em data loggers, que permitem a transferência de dados para computadores, através de softwares especialmente desenvolvidos.
- Diagnósticos, estudos de custo x benefício ligados a ação de redução dos níveis de perdas físicas e não físicas de sistemas de abastecimento de água para fins de uso público e industrial.
- Serviços de consultoria envolvendo a identificação dos lançamentos de águas pluviais na rede coletora de esgotos e nos sistemas de captação de águas pluviais, suportadas por medição da vazão de esgoto nos períodos seco e úmido.
- Serviços de avaliação de tubulações.
- Gerenciamento de serviços de limpeza e revestimento de tubulações com argamassa de cimento e areia.
- Inspeção completa em fabricantes de hidrômetros, inclusive no exterior.
- Aferições de hidrômetros em campo.
- Medição de perfil de consumo e dimensionamento de hidrômetros.

Relação dos Equipamentos Disponíveis para os Trabalhos

Os catálogos dos equipamentos e fotos da bancada portátil de aferição encontram-se em anexo

- Medidores de Vazão e Pressão por Inserção

QUANTIDADE	MODELO	Nº DE SÉRIE	FABRICANTE
01	1 PÉ	16718	QUADRINA
01	1 PÉ	16823	QUADRINA
01	2 PÉS	16716	QUADRINA
01	2 PÉS	16717	QUADRINA
01	2 PÉS	16933	QUADRINA
01	3 PÉS	16821	QUADRINA
01	3 PÉS	16822	QUADRINA
01	4 PÉS	16388	QUADRINA
01	4 PÉS	16820	QUADRINA

- Medidores de Vazão Ultra-Sônicos

QUANTIDADE	MODELO	Nº DE SÉRIE	FABRICANTE
01	MK-II	MVP15	MICRONICS
01	MK-II	MVP16	MICRONICS
05	204/208	MVP 126/127/ 132/133/134	MICRONICS

- Hidrômetros Classe "C" e Sensor Ótico com Saída de Pulso

QUANTIDADE	MODELO	Nº DE SÉRIE	FABRICANTE
15	Flostar	96PB800336 até 96PB 800350	Schlumberger
15	Cyble	0100 até 0114	Schlumberger

- Armazenadores de Dados (Data loggers)

QUANTIDADE	MODELO	Nº DE SÉRIE	FABRICANTE
01	VAZÃO - NEWLOG	1786	TECHNOLOG
01	VAZÃO - NEWLOG	4109	TECHNOLOG
01	VAZÃO - NEWLOG	5442	TECHNOLOG
01	VAZÃO - NEWLOG	5446	TECHNOLOG
01	VAZÃO - NEWLOG	5914	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - NEWLOG	1787	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - NEWLOG	5480	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - NEWLOG	5482	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - NEWLOG	3502	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	1789	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	1790	TECHNOLOG

QUANTIDADE	MODELO	Nº DE SÉRIE	FABRICANTE
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	5923	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	8084	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	8085	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	8087	TECHNOLOG
01	BABYLOG - NEWLOG	2766	TECHNOLOG
01	UTILOG	1281	TECHNOLOG
01	UTILOG	1282	TECHNOLOG
01	UTILOG	1377	TECHNOLOG
01	UTILOG	1378	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - METROLOG	25084	TECHNOLOG
01	PRESSÃO - METROLOG	25085	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	23717	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	23718	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	23719	TECHNOLOG

01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	23720	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	23721	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - METROLOG	25536	TECHNOLOG
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	7343	RADCOM
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	7344	RADCOM
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	7345	RADCOM
01	PRESSÃO/VAZÃO - NEWLOG	7346	RADCOM

- Bancada Portátil de Aferição de Hidrômetros em Campo

Montada sobre a carroçaria de um caminhão, possui 3 hidrômetros padrão marca Schlumberger, sendo 01 Aquadis, classe C, de 3/4" e 5 m³/h, 01 Flostar M, classe C, de 2" e 30 m³/h e 01 Woltex, classe B, de 6" e 300 m³/h, que foram instalados em paralelo de forma a ser possível a utilização de qualquer um deles independentemente (vide fotos).

- Interfaces de Emissão de Pulso

Trata-se de interfaces sensoras do campo magnético do mecanismo de transmissão dos hidrômetros, que converte a passagem do pólo do ímã em sinais de pulso. A BBL possui 15 unidades deste equipamento.